

## Proximity switch

Publication number: DE3619238 (A1)  
Publication date: 1987-03-26  
Inventor(s): NEST ANDREAS DIPLO PHYS DR ING [DE]; MUELLER JENS [DE]  
Applicant(s): TURCK WERNER KG [DE]  
Classification:  
- international: H03K17/95; H03K17/94; (IPC1-7): H03K17/95; H03K17/97  
- European: H03K17/95C; H03K17/95H8D4  
Application number: DE19863619238 19860607  
Priority number(s): DE19863619238 19860607; DE19853532946 19850914

### Also published as:

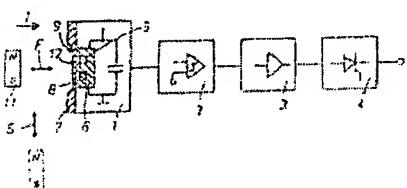
DE3619238 (C2)

### Cited documents:

- DE3346340 (C1)
- DE3236224 (C2)
- DE1924279 (C3)
- DE3244507 (A1)
- DE1762565 (A1)

### Abstract of DE 3619238 (A1)

A proximity switch responding to an approaching trigger has an RF resonant circuit (19), for the oscillating magnetic field of which a closed core (6, 7) is provided which can be driven into saturation by the field of an additional magnet (11), in an area (9) which is particularly sensitive to saturation. An evaluating circuit (2) which detects the amplitude of oscillation dependent on the degree of core saturation triggers a switching process when the amplitude exceeds or drops below a certain limit value. To increase the operating sensitivity and the operating distance, it is provided that the core (6, 7) is provided at the saturation-sensitive area at the side facing away from the resonant-circuit coil (5) with an eddy current metal layer (12) or metal foil of good electrical conductivity.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3619238 A1

(51) Int. Cl. 4:  
H03K 17/95  
H 03 K 17/97

Behördenelgenamt

DE 3619238 A1

(21) Aktenzeichen: P 36 19 238.4  
(22) Anmeldetag: 7. 6. 86  
(23) Offenlegungstag: 26. 3. 87

(30) Innere Priorität: (32) (33) (31)

- 14.09.85 DE 35 32 946.7

(71) Anmelder:

Werner Turck GmbH & Co KG, 5884 Halver, DE

(74) Vertreter:

Peerbooms, R., Dipl.-Phys., PAT.-ANW., 5600  
Wuppertal

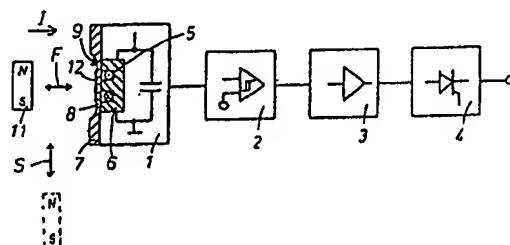
(72) Erfinder:

Nest, Andreas, Dipl.-Phys. Dr.-Ing., 4690 Herne, DE;  
Müller, Jens, 5608 Radevormwald, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Näherungsschalter

Ein auf einen sich annähernden Auslöser ansprechender Näherungsschalter besitzt einen HF-Schwingkreis (19), für dessen Schwingungsmagnetfeld ein geschlossener Kern (6, 7) vorgesehen ist, welcher mindestens in einem besonders sättigungsempfindlichen Bereich (9) durch das Feld eines zusätzlichen Magneten (11) in Sättigung treibbar ist. Eine Auswertschaltung (2), die die von dem Grad der Kernsättigung abhängige Schwingungsamplitude erfaßt, löst bei Unterschreiten bzw. Überschreiten eines bestimmten Amplitudengrenzwertes einen Schaltvorgang aus. Zur Erhöhung der Ansprechempfindlichkeit und des Schaltabstandes ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Kern (6, 7) am sättigungsempfindlichen Bereich an der der Schwingkreisspule (5) abgewandten Seite mit einer elektrisch gut leitenden Wirbelstrom-Metallschicht (12) oder -Metallfolie versehen ist.



DE 3619238 A1

## Patentansprüche

1. Auf einen sich annähernden Auslöser ansprechender Näherungsschalter, mit einem HF-Schwingkreis, für dessen Schwingungsmagnetfeld ein geschlossener Kern vorgesehen ist, welcher mindestens einen sättigungsempfindlichen Bereich aufweist, und mit einer Auswertschaltung, die die von dem Grad der Kernsättigung abhängige Schwingungsamplitude erfaßt und bei Unterschreiten bzw. Überschreiten eines bestimmten Amplitudengrenzwertes einen Schaltvorgang auslöst, dadurch gekennzeichnet, daß der sättigungsempfindliche Bereich (8) des Kernes an seiner der Schwingkreisspule (5) abgewandten Seite mit einer elektrisch leitenden Wirbelstrom-Metallschicht (12) oder -Metallfolie versehen ist.
2. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ihm ein beweglicher Dauermagnet (11) oder Elektromagnet als Auslöser zugeordnet ist.
3. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Näherungsschalter ein Dauermagnet (14) oder Elektromagnet angeordnet ist, der ein zur Sättigung des sättigungsempfindlichen Kernbereiches ausreichendes Magnetfeld (18a) besitzt, und daß der Auslöser aus permeablen Material besteht und als Kurzschlußjoch (17) ausgebildet ist, welches bei Annäherung einen zunehmenden Magnetfeldanteil (18b) des eingebauten Magneten einfängt und die Sättigung des Kernbereiches (6/7) mindert, bzw. aufhebt.
4. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Näherungsschalter ein Dauermagnet (19) oder Elektromagnet eingebaut ist, dessen bei abwesendem Auslöser zu einer Sättigung nicht ausreichendes Magnetfeld (20) durch den sättigungsempfindlichen Bereich (8) hindurch und auf einer weiten Strecke außerhalb des Näherungsschalters verläuft, und daß der Auslöser ein permeables Leitstück (21) ist, welches bei einer Annäherung durch Verkürzung der Luftstrecke (20) des Magnetfeldes den magnetischen Leitwert des Magnetkreises erhöht und den Magnetfluß bis zur Sättigung des sättigungsempfindlichen Bereiches (8) verstärkt.
5. Näherungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelstrom-Metallschicht (12) aus einem nicht permeablen Material, z.B. aus Aluminium oder Kupfer besteht.
6. Näherungsschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern aus einem die Spulen (5) tragenden Ferritschalenkern (6) und einem den HF-Magnetkreis kurzschließenden Jochstück (7, 22) besteht, an dem der sättigungsempfindliche Bereich (9) vorgesehen ist.
7. Näherungsschalter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Jochstück (7) aus einer Ferritplatte besteht, die in ihrer Mitte mit einem den sättigungsempfindlichen Bereich (9) bildenden Querschnittseinengung (8) versehen ist.
8. Näherungsschalter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Jochstück (22) aus einem Streifen aus amorphen Metallband besteht.
9. Näherungsschalter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Jochstück (22) aus amorphem Metallband und dem Ferritschalenkern

(6) eine elektrisch nichtleitende, magnetisch neutrale Isolierschicht in Form einer Kunststoffolie oder einer Kleberschicht von z.B. 100 Mikron Stärke vorgesehen ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen auf einen sich annähernden Auslöser ansprechenden Näherungsschalter, mit einem HF-Schwingkreis, für dessen Schwingungsmagnetfeld ein geschlossener Kern vorgesehen ist, welcher mindestens einen sättigungsempfindlichen Bereich aufweist, und mit einer Auswertschaltung, die die von dem Grad der Kernsättigung abhängige Schwingungsamplitude erfaßt und bei Unterschreiten bzw. Überschreiten eines bestimmten Amplitudengrenzwertes einen Schaltvorgang auslöst.

Derartige Näherungsschalter sind mit direkter (DE-OS 32 44 507) und auch mit indirekter (DE-PS 32 05 737) magnetischer Auslösung bekannt. Sie zeichnen sich insbesondere dadurch aus, daß sie auch durch nicht oder nur schwach ferromagnetische Wände hindurch auf den Auslöser ansprechen und so beispielsweise zur Positionserfassung des Kolbens bei hydraulischen Zylindern gut geeignet sind.

Allerdings ist der Ansprechabstand solcher magnetisch auslösbarer Näherungsschalter — ähnlich wie bei den durch ein Wirbelstrom-Metallstück auszulösenden elektronischen Näherungsschaltern (DE-OS 17 62 565 und DE-PS 19 24 279) — auf im allgemeinen 10 bis 25 Millimeter begrenzt. Zur Erzielung dieser größeren Schaltabstände muß allerdings die Elektronik der Auswertschaltung schon sehr empfindlich ausgelegt werden, wodurch aber in zunehmendem Maße die Gefahr besteht, daß der Näherungsschalter durch Fremdeinflüsse, z.B. temperaturbedingte Einflüsse, Fehlschaltungen vornimmt bzw. nicht mehr bei dem vorgesehenen Sollabstand schaltet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Näherungsschalter mit einem in erhöhtem Maße ansprechempfindlichen HF-Schwingkreis zu vereinen, so daß entweder größere Schaltabstände erreichbar sind bzw. bei üblichen Schaltabständen eine wesentlich unempfindlichere Auswertelektronik vorgesehen werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe ist erfundungsgemäß dadurch erreicht, daß der sättigungsempfindliche Bereich des Kernes an seiner der Schwingkreisspule abgewandten Seite mit einer elektrisch leitenden Wirbelstrom-Metallschicht oder -Metallfolie versehen ist.

Solange der Kern an seinem sättigungsempfindlichen Bereich nicht gesättigt ist, bleibt das HF-Schwingungsfeld im Kern eingeschlossen und klingt die Schwingung nur langsam ab bzw. bleibt im Falle eines HF-Oszillators aufrechterhalten. Wird jedoch durch ein zusätzliches Magnetfeld der sättigungsempfindliche Bereich in die Sättigung getrieben, tritt das HF-Schwingungsfeld nunmehr als Streufeld aus dem Kern aus und durchdringt die außen am Kern vorgesehene leitende Metallschicht bzw. Metallfolie, in der hohe Wirbelströme induziert werden. Durch die starken Wirbelstromverluste wird der Schwingkreis bzw. der Oszillator in einem erhöhten Maße gedämpft, so daß die Schwingungsamplitude rasch den Grenzwert unterschreitet und folglich ein Schaltvorgang ausgelöst wird.

Wie praktische Erprobungen gezeigt haben, erlangen gattungsgemäße Näherungsschalter, die für 15 bzw. 25 Millimeter Schaltabstand ausgelegt sind, allein durch

Anbringung einer dünnen Aluminiumfolie auf der Außenseite des sättigungsempfindlichen Bereiches Schaltabstände von nunmehr 25 bzw. 40 Millimetern.

Ein Schaltabstand von 25 Millimetern ist ein oft geforderter Anwendungsfall, und für diesen Anwendungsfall kann der Erfindung zufolge nunmehr ohne besonderen Aufwand ein Näherungsschalter angeboten werden, der in einem Temperaturbereich von etwa -50°C bis 100°C störungsfrei arbeitet. Von weiterem Vorteil ist, daß der Versorgungsstrom des Näherungsschalters sehr gering ist, z.B. bei Verwendung eines Oszillators zwischen 0,1 bis 5 mA, oder bei nur taktweise angeregtem Schwingkreis lediglich ein Bruchteil der vorgenannten Stromwerte. Der Erfindung zufolge ist ferner vorgesehen, daß die Wirbelstrom-Metallschicht aus einem nichtpermeablen Material, z.B. aus Aluminium oder Kupfer, besteht.

Der Näherungsschalter nach der Erfindung kann in unterschiedlichen Ausführungsformen gebaut werden, die in den Unteransprüchen näher gekennzeichnet und anhand der Zeichnung näher beschrieben sind.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild eines gattungsgemäßen Näherungsschalters gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Jochstück in Richtung des Pfeiles I in Fig. 1 gesehen,

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines bei der Ferritkernanordnung verwendbaren Schalenkernes,

Fig. 4, 5 und 6 Skizzen zur Veranschaulichung des L-Gliedes des Schwingkreises,

Fig. 7 eine zweite Ausführungsform, bei der der Auslöser ein permeables magnetisches Kurzschlußjoch ist,

Fig. 8 eine dritte Ausführungsform, bei der der Auslöser ein permeables Flußleitstück ist und

Fig. 9 eine abgewandelte Ausführungsform des L-Gliedes des Schwingkreises.

Fig. 1 zeigt in Blockbildung darstellung einen elektronischen Näherungsschalter aus HF-Schwingkreis 1, der vorzugsweise Teil eines Oszillators ist, Auswertstufe 2, Schaltverstärker 3 und Schaltglied 4, wobei letzteres einen Thyristor aufweist.

Bei dem Schwingkreis 1 ist die Spule 5 in einem sogenannten Schalenferritkern 6 angeordnet (vgl. auch Fig. 3), welcher durch ein Jochstück 7 (vgl. auch Fig. 2) an der offenen Seite geschlossen ist. Die Spule 5 enthält im Falle einer Oszillatorschaltung für den Schwingkreis auch die Rückkopplungswicklung. Das Jochstück 7, das bei den Ausführungsformen nach den Fig. 1 bis 8 aus Ferrit besteht, weist in seinem den Schalenkern 6 abdeckenden mittleren Bereich eine Querschnittseinengung 8 auf und besitzt über diesen mittleren, sättigungsempfindlichen Bereich 9 hinausragende Verlängerungen 10, mit denen es im verstärkten Maße das Magnetfeld eines sich annähernden Auslösemagneten 11 erfassen kann. Im Bereich der Querschnittseinengung beträgt die Dicke des Jochstückes etwa 0,3 bis 0,6 Millimeter.

Wie insbesondere aus den vergrößerten Darstellungen der Fig. 2, sowie 4 bis 6 ersichtlich ist, trägt das Jochstück 7 an seinem sättigungsempfindlichen Bereich an der der Spule 5 abgewandten Seite eine Metallschicht 12, bei der es sich beispielsweise um eine aufgeklebte Folie aus Aluminium der Kupfer handeln kann.

Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 6 schwingt der Schwingkreis 1, bzw. die Oszillatorstufe, — bei abwesendem Auslösemagneten 11 — mit der normalen Resonanzfrequenz, wobei das HF-Schwingungsfeld in der anhand Fig. 4 veranschaulichten Weise in

dem aus Schalenkern 6 und Jochstück 7 bestehenden Ferritkern 6/7 eingeschlossen bleibt. Der Magnetfluß verläuft dabei durch den sättigungsempfindlichen Bereich 9 an der Querschnittseinengung 8 hindurch. Die Magnetkernanordnung ist so getroffen, daß kein merkliches Streufeld auftritt.

Bei Annäherung des Auslöser-Magneten 11, die entweder frontal (Doppelpfeil "F" oder seitlich (Doppelpfeil "S") erfolgen kann, wird in dem Jochstück 7 ein 10 zusätzlicher Magnetfluß induziert, der ebenfalls durch die Einengungsstelle 8 hindurch verläuft und sich zumindest in einem Teilbereich 81 der Querschnittseinengung mit dem HF-Schwingungsfeld überlagert (Fig. 5). Ab einer gewissen Annäherung erfährt die Querschnittseinengung zunächst im Überlagerungsbereich 81 der jeweils gleich gerichteten Magnetflüsse und danach im gesamten sättigbaren Bereich 9 eine magnetische Sättigung, was in Fig. 6 durch den schraffierte Bereich 82 der Querschnittseinengung 8 angedeutet ist. In diesem 20 Sättigungsbereich tritt das HF-Schwingungsfeld zunehmend als Streufeld 13 auf. Dieses Streufeld durchsetzt zwangsläufig die in nur wenigen Zehntel Millimeter Abstand vor der Spule 5 bzw. dem Schalenkern 6 befindliche, gut leitende Metallschicht 12, in der infolgedessen starke Wirbelströme induziert werden, was schlagartig zu einer starken Bedämpfung des Schwingkreises 1 führt. Über die Auswertschaltung wird diese Bedämpfung erfaßt und zur Auslösung eines Schaltvorganges beim Schaltglied 4 ausgenutzt.

Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 bis 6 wird der Näherungsschalter direkt durch einen sich bewegenden Auslöser-Magneten 11 bestätigt.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7 ist ein Dauermagnet 14 unter Zwischenschaltung beispielsweise einer Kunststoffplatte 15 innerhalb eines Gehäuses 16 vor der ansprechempfindlichen Seite des Ferritkernes 6, 7 angeordnet.

In der Grundstellung verläuft ein ausreichender Teil 18a des Magnetfeldes 18a und 18b durch das Joch 7, um den Einengungsbereich 8 in Sättigung zu halten, so daß das HF-Feld in die Wirbelstromschicht 12 eindringt und der Schwingkreis stark bedämpft ist.

Dem Näherungsschalter ist als Auslöser ein permeabiles, magnetisch parallel zur Einengungsstelle 8 ausgerichtetes Kurzschlußjoch 17 zugeordnet, das einen bei Annäherung an den Dauermagneten 14 zunehmenden Magnetfeldanteil 18b aufnimmt, bis es die Pole NS so stark kurzschiebt, daß der verbleibende Magnetfeldteil 18a nicht mehr ausreicht, um die Sättigung im Bereich der Querschnittseinengung 8 aufrecht zu erhalten. Damit wird die Wirbelstrom-Metallschicht 12 wieder gegenüber dem HF-Feld abgeschirmt, so daß durch Anschwingen bzw. Erhöhung der Schwingungsamplitude ein Schaltvorgang ausgelöst wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgt über das permeable Joch 17 eine indirekte magnetische Auslösung des Schalters durch Entdämpfung.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 ist auf die Ansprechseite des Ferritkernes 6, 7 ein Dauermagnet 19 gesetzt, dessen Magnetfluß durch die Einengungsstelle 8 in die Verlängerungen 9 und 10 des Joches 7 hindurch verläuft und sich im übrigen auf einer weiten Luftstrecke 20 schließt.

Beim Magneten 19 handelt es sich beim gezeigten Ausführungsbeispiel um einen kurzen Stabmagneten, der mit einem Polende Sunmittelbar auf das Jochstück 7 aufgesetzt ist. Dieser Dauermagnet 19 ist derart bemessen, daß in der Grundstellung sein Feld nicht ausreicht,

um den Ferritkern im Bereich der Einengung 8 in Sättigung zu treiben. Das HF-Feld fließt folglich durch die Einengungsstelle 8 hindurch, und der Schwingkreis schwingt normal, d.h. ohne Dämpfung durch die Wirbelstrom-Metallschicht 12.

Als Auslöser ist dem Näherungsschalter nach Fig. 8 ein permeables Leitstück 21 zugeordnet, das magnetisch in Reihe mit der Einengungsstelle 8 und dem Dauermagneten 19 geschaltet ist. Dieses Leitstück 21 fängt das Magnetfeld des Dauermagneten 19 mit zunehmender Annäherung stärker ein und setzt schließlich den Luftstreckenwiderstand so weit herab, daß sich im Bereich der Querschnittseinengung 8 ein solch verstärkter Magnetfluß ergibt, daß dort eine Kernsättigung erfolgt. Damit wird die Metallschicht 12 quasi eingebendet, in die das HF-Feld nunmehr eindringt, so daß der Schwingkreis bedämpft wird, was zur Auslösung eines Schaltvorganges ausgenutzt wird.

Fig. 9 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform des L-Gliedes des Schwingkreises. Hier besteht das den Ferritschalenkern 6 kurzschießende Jochstück 22 aus einem Streifen aus amorphem Metallband, welches auch als metallisches Glas bezeichnet wird und welches im deutschen Bereich unter dem geschützten Warenzeichen "Vitrovac" vertrieben wird. Dieses Material weist eine hohe Permeabilität auf, besitzt aber eine im Vergleich zu Transformatoren- oder Dynamoblechen gerinige elektrische Leitfähigkeit. Das streifenförmige Jochstück 22 weist eine Stärke von etwa 30 Mikron, und bei einem Ferritkern von 6 Millimetern Durchmesser eine Breite von zwei Millimetern und eine Länge von etwa 6 Millimetern auf, wobei durch Wahl einer größeren Länge die Ansprechempfindlichkeit erhöht werden kann. Das amorphe Metallband ist flexibel, bruchfest und bildet über seine gesamte Länge hinweg den sättigungs-empfindlichen Bereich 9. Dieses Material ermöglicht sehr kleine Bauformen. Im übrigen sind Aufbau und Wirkungsweise des L-Gliedes nach Fig. 9 gleich wie bei dem L-Glied nach Fig. 4 bis 6, und das L-Glied nach Fig. 9 kann auch bei den Anordnungen mit indirekter magnetischer Auslösung nach den Fig. 7 und 8 eingesetzt werden. In allen Fällen stellen die Jochstücke 7, 22 eine magnetische Blende dar, die das HF-Sensorfeld in dem geschlossenen, vom Ferritkopf 6 und dem Joch 7, 22 gebildeten Magnetflußkreis zurückhalten. Erst wenn durch eine äußere, direkte oder indirekte magnetische Auslösung im Jochstück 7 bzw. 22 Sättigung auftritt, wird die Blende geöffnet und dringt das Sensorfeld bis zur Wirbelstromschicht 12, was dann mit der beschriebenen abrupten Dämpfung des Schwingkreises verbunden ist. Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 kann auf die Ansprechempfindlichkeit auch noch dadurch Einfluß genommen werden, daß zwischen dem Jochstück aus amorphem Metallband und dem Ferritschalenkern eine elektrisch nichtleitende, magnetisch neutrale Isolierschicht in Form einer Kunststofffolie oder einer Kleberschicht von z. B. 100 Mikron Stärke vorgesehen wird.

3619238

Nummer: 36 19 238  
Int. Cl. 4: H 03 K 17/95  
Anmeldetag: 7. Juni 1986  
Offenlegungstag: 26. März 1987

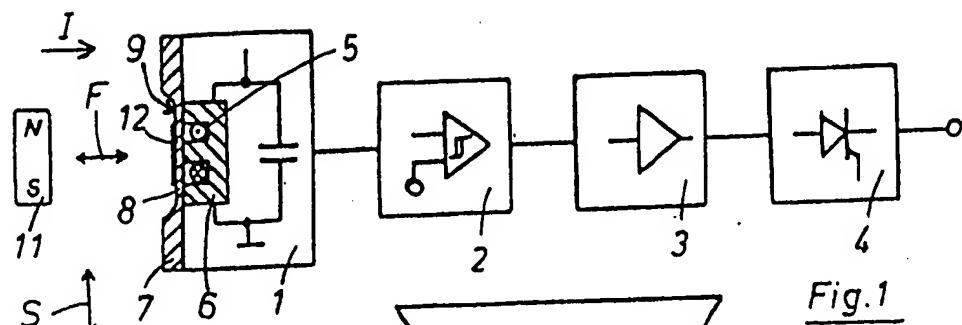


Fig. 1

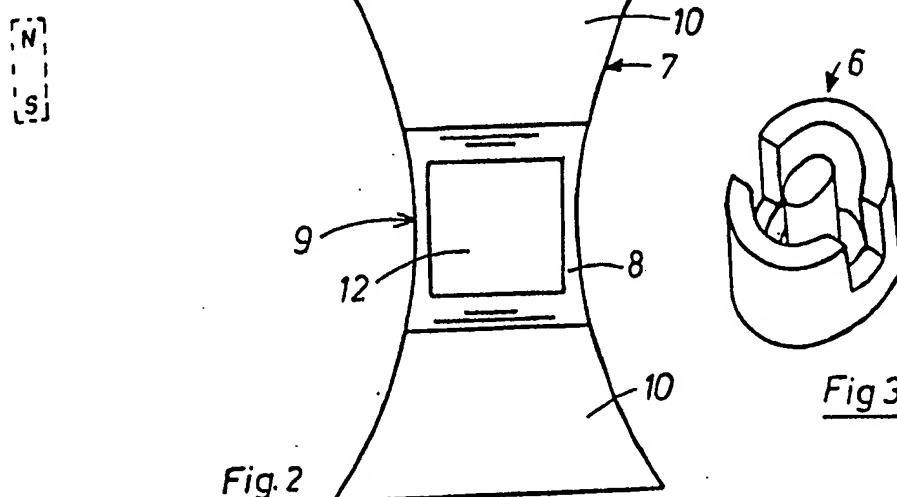
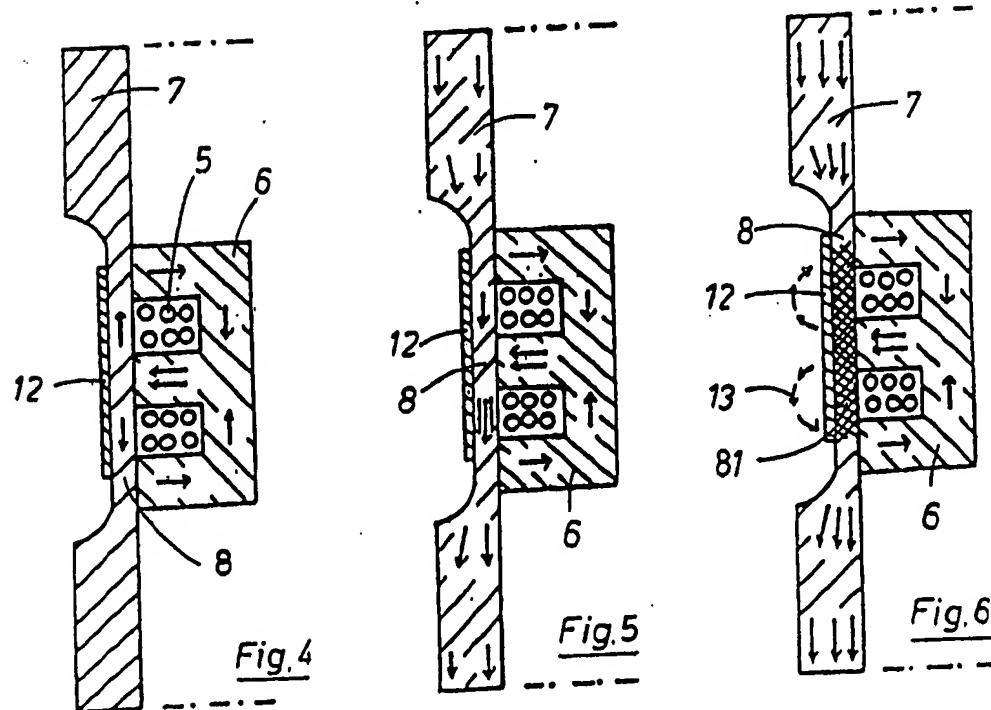
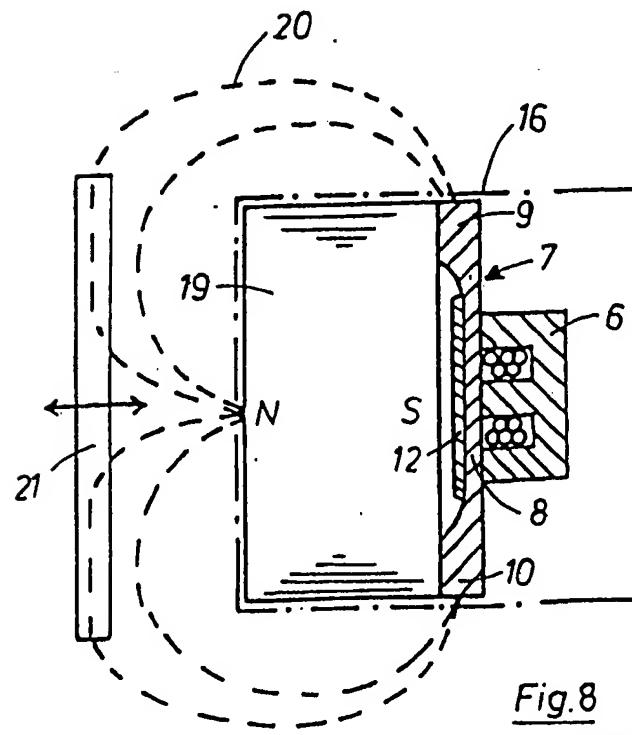
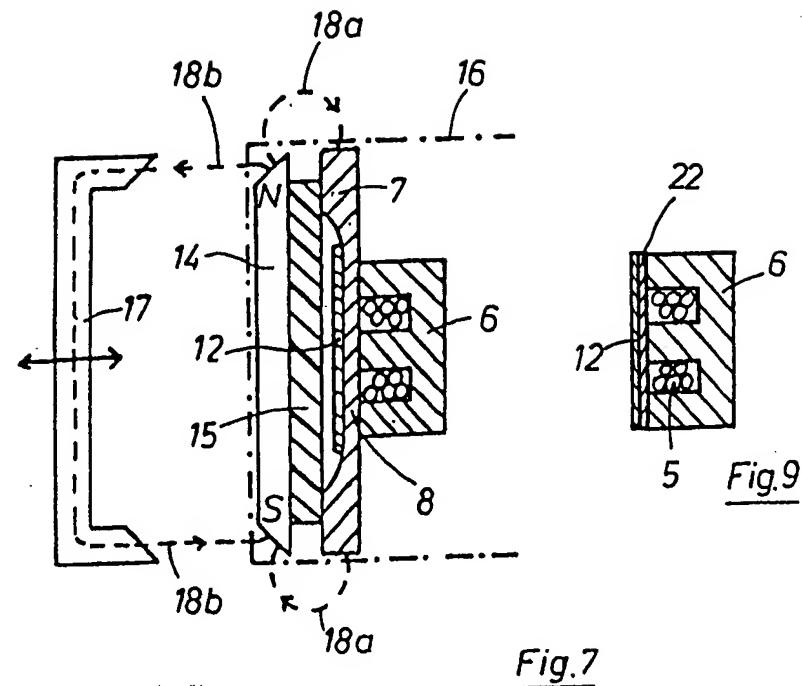


Fig. 3

Fig. 2



3619238



ORIGINAL INSPECTED

TURCK  
P/H 4536/86